

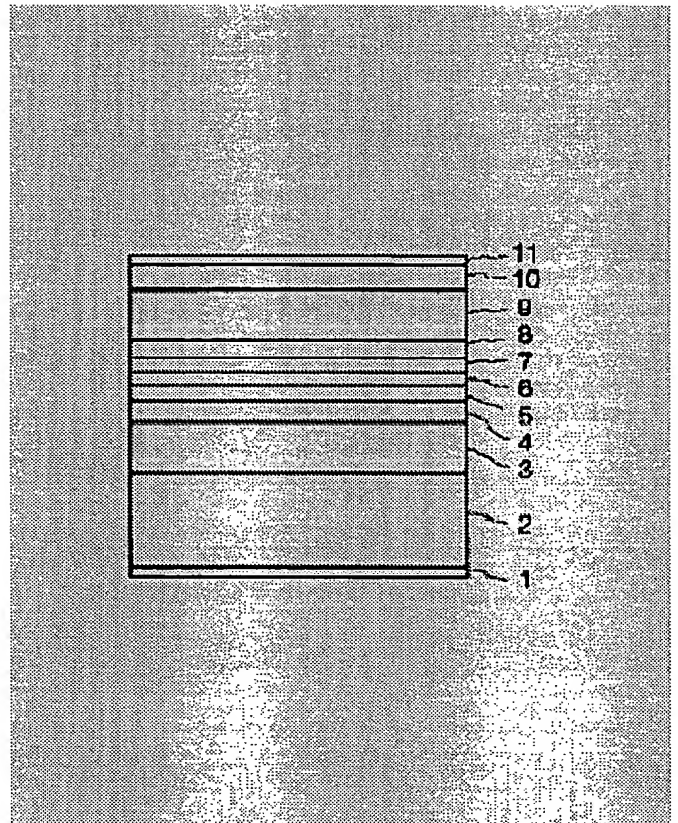
SEMICONDUCTOR LASER

Patent number: JP10004237
Publication date: 1998-01-06
Inventor: WADA MITSUGI
Applicant: FUJI PHOTO FILM CO LTD
Classification:
- international: H01S3/18
- european:
Application number: JP19960155691 19960617
Priority number(s):

Abstract of JP10004237

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the reliability of a semiconductor laser under high output oscillation in a strain quantum well semiconductor laser $0.90\text{--}1.1\mu\text{m}$.

SOLUTION: An n-Inx4 Ga1-x4 As1-y4 Py4 clad layer 3, an Inx3 Ga1-x As1-y Py light guide layer 4, an Inx2 Ga1-x2 As1-y Py tension strain barrier layer 5, an Inx1 Ga1-x As1-y Py compression strain active layer 6, an Inx2 Ga1-x As1-y Py tension strain barrier layer 7, an p-Inx3 Ga1-x3 As1-y3 Py3 light guide layer 8, an p-Inx4 Ga1-x4 As1-y4 Py4 clad layer 9 and an p-GaAs contact layer 10 are successively grown on an n-GaAs substrate 2. In such a constitution, the barrier layers 5, 7 have the tension strain of the strain amount compensating the compression strain of the active layer 6. Furthermore, the clad layer 3, 9 and the light guide layers 4, 8 are composed to be lattice-matched with the substrate 2.



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(3)

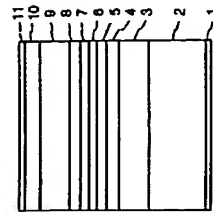
である。III 族原料となる有機金属として、トリメチルガリウム (TMG) およびトリメチルインジウム (TM1) を用い、V 族原料となる水素化合物ガスとして AsH_3 、 PH_3 を用いる MOCVD 装置により n-GaAs 基板 2 上に、 $\text{n-In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{P}_y$ クラッド層 3 ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$)、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{P}_y$ 光導波層 4 ($x_2 \leq x_3 \leq 0.2$, $0.04 \leq y \leq 0.50$)、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{P}_y$ 引張り至降壁層 5 ($x_2 \leq x_3 \leq 0.25$)、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{P}_y$ 引張り至降壁層 6 ($0 \leq x_1 \leq 1$)、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{P}_y$ 圧縮歪量子井戸活性層 7、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{P}_y$ 光導波層 8、 $\text{p-In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{P}_y$ クラッド層 9、 p-GaAs コンタクト層 10 を順次成長させる。なお、組成の範囲は図 2 の組成図を用い、70°C で成長する際のミニビリティキャップを考慮して定めている。

【0012】クラッド層 3、9 および光導波層 4、8 は GaAs 基板 2 に格子整合する組成とする。量子井戸活性層 6 の歪を補償する引張り至降壁層 5、7 の厚みは結晶成長中に転位等の欠陥を発生させない厚みに設定し、引張り至降壁層 5、7 の歪は、活性層 6 を挟む 2 層で量子井戸活性層 6 の圧縮歪を補償するように設定する。この際、光導波層 8 の圧縮歪を補償する V 族の As 、 P の組成が同じであるから、MOCVD 成長においてそれぞれの原料となる AsH_3 、 PH_3 の V 族原料を切り換える必要がないために、安定に各ヘテロ界面を形成することが可能となる。

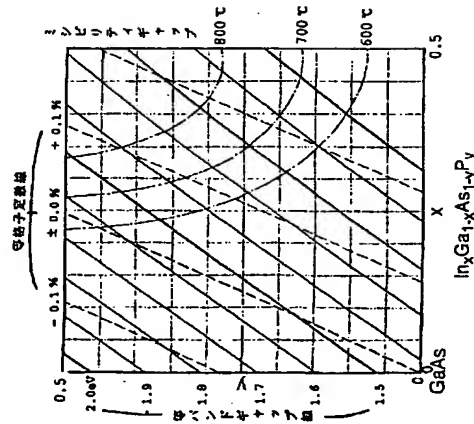
【0013】その後、基板 2 とコンタクト層 10 とのそれぞれに金属電極 1、11 を形成して半導体レーザを完成する。

【0014】上記実施の形態では、単純なダブルヘテロ構造の形成のみ記載しているが、これらの構成に通常の

【図 1】



【図 2】



(4)

【手続補正書】

【提出日】平成 8 年 8 月 20 日

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】追加

【補正内容】

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の半導体レーザ素子断面概略図

【図 2】半導体原料の組成図

【符号の説明】

1 n 側電極

フォトソリッドラファイヤやエッチングによる加工を行い、屈折率導波機構付き半導体レーザ、回折格子付きの半導体レーザや光導波回路の作製にも用いることが可能である。

【0015】上記実施の形態では特に量子井戸が単一で、光導波層組成が一定の SQW-SCH と呼ばれる構造を示したが、SQW の代わりに量子井戸を複数とする MQW であってもよい。

【0016】また、発振する波長帯に関しては、前記 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{P}_y$ 活性層により、 $900\text{nm} < \lambda < 1100\text{nm}$ の範囲までの制御が可能である。

【0017】また、クラッド層の組成は GaAs に格子整合する InGaP あるいは AlGaAs でもよい。なお、成長法として、固体あるいはガスを原料とする分子線エビタキシャル成長法を用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の半導体レーザ素子断面概略図

【符号の説明】

1 n 側電極

2 n-GaAs 基板

3 $\text{n-In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{P}_y$ クラッド層4 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{P}_y$ 光導波層5 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{P}_y$ 引張り至降壁層6 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{P}_y$ 圧縮歪量子井戸活性層7 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{P}_y$ 引張り至降壁層8 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{P}_y$ 光導波層9 $\text{p-In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{P}_y$ クラッド層

10 p-GaAs コンタクト層

11 p 側電極

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-4237

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月6日

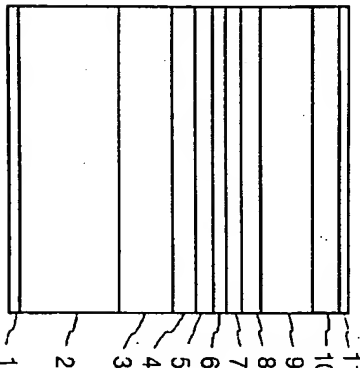
| | | | | | | |
|----------------------------|-------------|------|--------|-----|-------------|--------|
| (51) Int. Cl. ⁴ | H 01 S 3/18 | 識別記号 | 庁内整理番号 | F 1 | H 01 S 3/18 | 技術表示箇所 |
|----------------------------|-------------|------|--------|-----|-------------|--------|

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 4 頁)

| | | | |
|-----------|------------------|----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願平8-155691 | (71) 出願人 | 00005201 富士写真フイルム株式会社 神奈川県横浜市神奈川区210番地 |
| (22) 出願日 | 平成8年(1996) 6月17日 | (72) 発明者 | 和 田 賢 神奈川県足柄上郡高尾町高尾798番地 富士写真フイルム株式会社内 (74) 代理人 井理士 柳田 征史 (外1名) |

(54) 発明の名称 半導体レーザー

(57) 【要約】
【課題】 0.90-1.1μm 帯の垂直子井戸半導体レーザーにおいて、高出力発振下における信頼性を向上させる。
【解決手段】 n-GaAs基板2上に、n-In_{0.49}Ga_{0.51}-y₄P_{y4} クラッド層3、In_{0.30}Ga_{0.70}-y₃P_{y3} 光導波層4、In_{0.20}Ga_{0.80}-y₂P_{y2} 引張り歪増強層5、In_{0.10}Ga_{0.90}-y₁P_{y1} 圧縮歪増強層6、In_{0.20}Ga_{0.80}-y₂P_{y2} 引張り歪増強層7、p-In_{0.30}Ga_{0.70}-y₃P_{y3} 光導波層8、p-In_{0.49}Ga_{0.51}-y₄P_{y4} クラッド層9、p-GaAsコンタクト層10を順次成長させる。増強層5、7は、活性層6の圧縮歪を補償する歪量の引張り歪を有する。なお、クラッド層3、9および光導波層4、8は基板2に格子整合する組成である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 III-V族化合物半導体であるGaAs基板上に少なくとも第一クラッド層、第一光導波層、第一増強層、活性層、第二増強層、第二光導波層および第二クラッド層を順次積層させて形成するIII-V族系半導体レーザーにおいて、

前記第一および第二クラッド層と前記第一および第二光導波層とが前記GaAs基板に格子整合する組成からなり、前記活性層が前記GaAs基板に対して圧縮性歪を生じる組成からなり、前記第一および第二増強層、前記活性層の前記圧縮性歪を補償するため引張り歪を生じる組成からなり、

前記第一および第二増強層、前記活性層の前記圧縮性歪を補償するため引張り歪を生じる組成からなり、前記第一光導波層と第一増強層、および第二光導波層と第二増強層のV族組成比が同一であることを特徴とするIII-V族系半導体レーザー。

【請求項2】 前記活性層の組成をIn_{0.30}Ga_{0.70}-x₃As_{0.70}-y₃P_{y3} (0.00≤x₃≤0.23, 0.04≤y₃≤0.50) とし、前記第一および第二光導波層をIn_{0.20}Ga_{0.80}-y₂P_{y2} (0.00≤x₂≤0.23, 0.04≤y₂≤0.50) とし、前記第一および第二増強層をIn_{0.10}Ga_{0.90}-y₁P_{y1} (x₁≤x₃≤0.25) とすることを特徴とする請求項1記載のIII-V族系半導体レーザー。

【発明の詳細な説明】
【0001】
【発明の属する技術分野】 本発明は半導体レーザーに関するものであり、特にIII-V族系半導体レーザーの組成に関するものである。
【0002】
【従来の技術】 従来、0.98μm帯の半導体レーザーとしてAppl. Phys. Lett. 62(1993)1644に開示されているようなn-GaAs基板にn-InGaP クラッド層、In_{0.30}Ga_{0.70}-x₃As_{0.70}-y₃P_{y3} 光導波層、GaAs-y₂P_{y2} 引張り歪増強層、In_{0.30}Ga_{0.70}-x₃As_{0.70}-y₃P_{y3} 光導波層、p-InGaP クラッド層、p-GaAs-xy₂層を積層してなる半導体レーザーが提案されている。

【0003】
【発明が解決しようとする課題】 しかし上述の構成では有機金属気相成長(MOCVD)法における結晶成長において、光導波層が引張り歪増強層、あるいはそれらの逆の成長過程において、V族元素化物がAs (P_{0.3}, AsH₃) の切換時にPとAsの急激な置換が生じ結晶表面の状態で不安定にしてみましたため、各層間の界面を高品質で安定に再現性良くつくることができず、また、界面の上に成長する結晶の品質を落としてしまうという欠点がある。

【0004】 本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、高出力発振下においても信頼性の高い0.9-1.1μm帯の垂直子井戸型のIII-V族系半導体レーザーを提供することを目的とするものである。
【0005】

(2)

【課題を解決するための手段】 本発明のIII-V族系半導体レーザーは、III-V族化合物半導体であるGaAs基板上に少なくとも第一クラッド層、第一光導波層、第一増強層、活性層、第二増強層、第二光導波層および第二クラッド層を順次積層させて形成するIII-V族系半導体レーザーにおいて、前記第一および第二クラッド層と前記第一および第二光導波層とが前記GaAs基板に格子整合する組成からなり、前記活性層が前記GaAs基板に対して圧縮性歪を生じる組成からなり、前記第一および第二増強層、前記活性層の前記圧縮性歪を補償するため引張り歪を生じる組成からなり、前記第一光導波層と第一増強層、および第二光導波層と第二増強層のV族組成比が同一であることを特徴とするものである。

【0006】 前記半導体レーザーにおいて、前記活性層の組成をIn_{0.30}Ga_{0.70}-x₃As_{0.70}-y₃P_{y3} (0.00≤x₃≤0.23, 0.04≤y₃≤0.50) とし、前記第一および第二光導波層をIn_{0.20}Ga_{0.80}-y₂P_{y2} (0.00≤x₂≤0.23, 0.04≤y₂≤0.50) とし、前記第一および第二増強層をIn_{0.10}Ga_{0.90}-y₁P_{y1} (x₁≤x₃≤0.25) とすることを好ましい。
【0007】

【発明の効果】 本発明のIII-V族系半導体レーザーでは、引張り歪増強層により圧縮性歪増強層の歪が補償されるため信頼性の向上が期待できる。

【0008】 また、光導波層と引張り歪増強層とのV族組成比を同一とすることにより、MOCVD法での成長の際、光導波層と引張り歪増強層間でV族元素化物がAsの切換が必要がないために、界面での成長中所時間を短縮することができ、界面に欠陥を生じさせずにレーザー構造を作成することができ、また、界面および界面の上に成長する結晶の品質を向上させることができ、結果として素子の信頼性を向上させることができる。

【0009】 一般に、半導体レーザー作製時の半導体各層の組成を決定するために図2に示すような組成図(11)I-V族半導体組成図: コロナ出版) が用いられる。図2には、組成図に含ませて、等バンドギャップ線(実線)、等格子定数線(破線) 各成長温度におけるミニバンドギャップ(一点鎖線) を示す。例えば、光導波層およびクラッド層はGaAs基板に格子整合する組成比、すなわち等格子定数線0.0%で示される破線上の組成比をとり、そのより得る範囲は成長温度に依存するミニバンドギャップとの関係で定められる。本発明の半導体レーザーにおいては、光導波層と引張り歪増強層とのV族組成比が同一であり、III族組成比が2<x₃<3であることから、図2から明らかのように引張り歪増強層のバンドギャップが光導波層のバンドギャップより高いものとなるため、発光効率および発振閾値電流の温度依存性を小さくすることができ、

【0010】
【発明の実施の形態】 以下に本発明の実施の形態を図面を用いて説明する。
【0011】 図1は、本発明の一実施の形態を示すもの